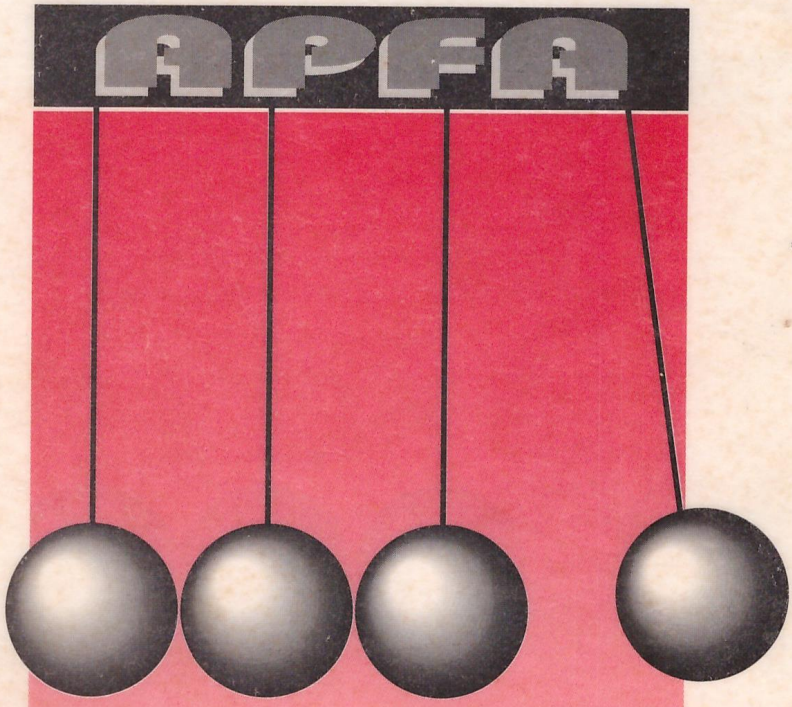
Revista de Enseñanza de la Física

ASOCIACION DE PROFESORES DE FISICA DE LA ARGENTINA

VOLUMEN 6 — NUMERO 2



Asociación de Profesores de Física de la Argentina

CONCEPCIONES NO FORMALES DE LA ENERGIA EN TEXTOS DE FISICA PARA LA ESCUELA BASICA (MISCONCEPTIONS ABOUT ENERGY IN PHYSICAL TEXTBOOKS FOR HIGH SCHOOL)

J.L. MICHINEL-MACHADO* y A.J. D'ALESSANDRO-MARTINEZ**

*Dpto. de Física. Escuela de Física y Matemática. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. 47018. Caracas 1041-A.
**Cátedra de Fisiología, Escuela Luis Razetti, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela, A.P.: 50587. Caracas-Venezuela.
**Sección de Biofísica y Bioingeniería. Dpto. de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Grupo de Bioingeniería y Biofísica Aplicada (GBBA). Universidad Simón Bolívar. A.P.: 89000. Caracas 1086-A. Valle de Sartenejas-Venezuela.

RESUMEN

En este trabajo se estudia, a la luz de las teorías de Ausubel en las cuales se señala que las concepciones previas juegan un papel determinante en el aprendizaje significativo, la existencia de concepciones falsas, espontáneas, o no formales acerca del concepto de energía y otros que le son afines en libros de texto de 7° y 9° grado de la Escuela Básica, haciendo uso de técnicas de análisis de contenido. Se evidencia por medio de esta investigación la presencia de interpretaciones que pueden ser clasificadas en dos tipos: unas que expresan deficiencias en el conocimiento del autor y otras con características típicas de las concepciones espontáneas.

Palabras claves: Concepciones espontáneas, concepciones falsas, concepciones no formales, energía, libros de textos, análisis de contenido.

Introducción.

En los últimos tiempos se han realizado estudios de los factores que caracterizan el aprendizaje de las ciencias. Algunos de éstos estudios[1,2,3] han puesto de manifiesto la existencia de interpretaciones (por parte de los estudiantes) espontáneas, falsas, o no formales de los fenómenos físicos que pudieran afectar el aprendizaje de la física.

Por otro lado, parte de las evaluaciones de los componentes del sistema educativo han sido dirigidas hacia el libro de texto[4,5] en sus aspectos de contenido (calidad científica, consistencia lógica y psicológica) y de presentación (adecuación a la audiencia, congruencia curricular, aspectos tecnográficos y lingüísticos).

En este trabajo, a la luz de la teoría cognitiva de D. Ausubel[6], se diagnostica la presencia de interpretaciones espontáneas de la física, y concretamente relativas a la energía, en libros de texto dirigidos a estudiantes de 7° y 9° grado de la educación básica venezolana.

La importancia que las teorías cognitivas le asignan al conocimiento previo del estudiante para el desarrollo de un aprendizaje significativo, nos lleva a prestarle atención a lo que se conceptualiza en los textos. Las interpretaciones, formales o no, de los fenómenos físicos que expresan los libros de

texto tienen un doble efecto en el desarrollo del conocimiento del estudiante: el de éste y el que le presenta el profesor que también hace uso del texto.

No obstante haber transcurrido casi dos siglos de los experimentos de Benjamín Thompson (Conde Rumford) (1807), del desarrollo de la teoría cinética de los gases, entre otros, por Clausius, Maxwell, Kronig y Boltzmann (el siglo pasado) y del establecimiento de la Ley general de la conservación de la energía por Mayer, Helmholtz y Joule (1842-1847), gran cantidad de artículos científicos y libros de texto de diferentes niveles de enseñanza aún están orientados con términos y concepciones provenientes de la teoría del calórico. La persistencia de estas ideas tiene diversas causas. Una de ellas, la cual constituye una de nuestras hipótesis de trabajo, tiene su origen en la histórica polémica onda vs partícula, energía vs fuerza, interacción a distancia vs interacción partícula - partícula, como modelos válidos para interpretar los fenómenos físicos y que, evidentemente, no está resuelta. Además, existen razones inherentes al concepto de energía relacionadas con la polémica entre la filosofía idealista del energetismo ("la energía y no la materia es la sustancia del mundo físico") desarrollada por Ostwald, Mach y Duhem (1902) y los mecanicistas, ésta influyó negativamente en la difusión de la formalización del concepto de energía.

En esta investigación documental en la que se analiza el discurso de una serie de autores, se utilizan Técnicas de Análisis de Contenido.

Dos tipos de interpretaciones no formales son detectadas: a) unas que expresan deficiencias en el conocimiento del autor y b) otras con características típicas de las concepciones espontáneas.

Materiales y Métodos

Técnica de Análisis del Contenido.

Según Ander-Egg, el Análisis de Contenido es la técnica más difundida para investigar el contenido de las comunicaciones de masas mediante la clasificación en categorías de los elementos de la comunicación. De una manera más directa la define como una técnica de recopilación de datos que permite estudiar el contenido manifiesto de una comunicación, con el fin de obtener información o tendencias contenidas en la comunicación con el propósito de estudiar ideas, significados, temas o frases, y no las palabras o estilos con las que éstas se expresan. Berelson[8] la define como una técnica de investigación para la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa del contenido manifiesto de la comunicación. De allí que hallamos recurrido, desde el campo de la ciencias naturales, a esta técnica que ha sido fundamentalmente una herramienta de los investigadores sociales.

El Análisis de Contenido precisa de la definición de varios parámetros[7], a saber:

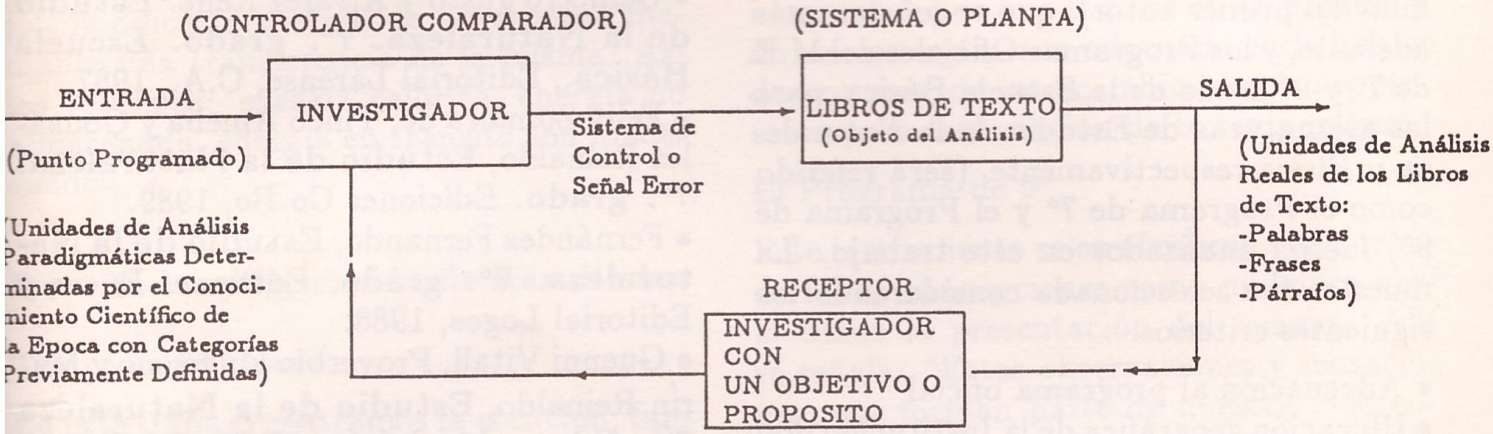
- **El objetivo del análisis** de contenido: reflejar la tendencia que el autor manifiesta o tiene sobre el concepto de energía y/o de otros conceptos asociados con ésta (ej. calor, temperatura, trabajo, ley de Joule, Energía Eléctrica).

- **El objeto de análisis** de esta investigación: son las palabras, frases o párrafos en las que se expresa el concepto de energía y otros relacionados con él, en los libros de texto de 7° y 9° de la Escuela Básica.

- **La unidad de análisis** o fragmento de la comunicación que se toma como elemento que sirve de base para la investigación: El vocablo energía y otros que le son afines y los significados que expresan.

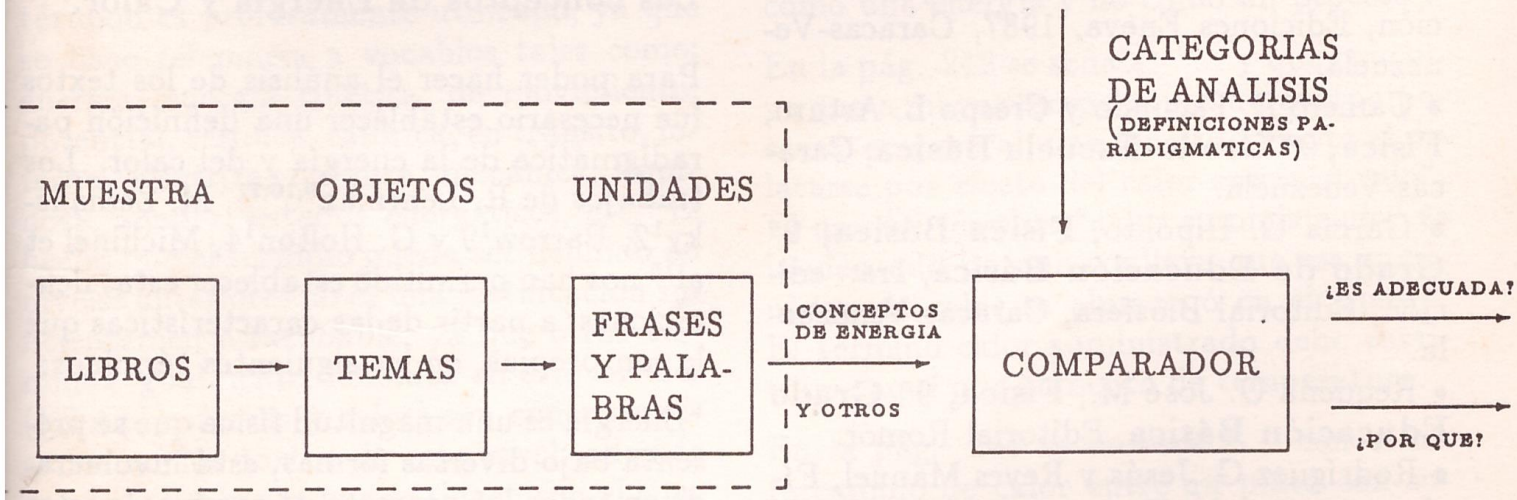
- **Las categorías de análisis** (de éstas depende la selección y clasificación de la información buscada): La "consistencia" con respecto a definiciones que se toman como paradigmas (en función de su coherencia, promoción del entendimiento, interpretación "adecuada" de los fenómenos físicos).

LA TECNICA DE ANALISIS DE CONTENIDOS COMO
UN SISTEMA DE CONTROL RETROALIMENTADO NEGATIVAMENTE



METODO (Análisis de Contenido)

Es una técnica de recopilación de datos que permite estudiar el contenido manifiesto de una comunicación, con el fin de obtener información de tendencias contenidas en la comunicación con el propósito de estudiar ideas, significados, temas, y no las palabras o estilos con las que se expresan.



• **La muestra del material de análisis** la cual se refiere a continuación como muestra bibliográfica.

Muestra Bibliográfica

Una muestra que consiste en diecinueve libros de texto (serán referidos por el apellido del primer autor), que se señalan más adelante, y los Programas Oficiales del M.E. de 7° y 9° grado de la Escuela Básica, para las asignaturas de Estudio de la Naturaleza y Física respectivamente, (será referido como el Programa de 7° y el Programa de 9°) fueron analizados en este trabajo. La muestra fue seleccionada considerando los siguientes criterios:

• Adecuación al programa oficial
• Ubicación geográfica de la Institución donde se graduaron o trabajan los autores.
• Tipo de Institución (Universidad, Instituto Pedagógico u otro) en la que se graduaron los autores.
• Demanda por los usuarios.
• Que fuera un libro de texto, pero no problemario ni manual de laboratorio.

Libros revisados:
Noveno Grado:
• Breijo Benigno y Zabala Alfredo, **Física** 9°. Editoriall Monfort.
• Brett C. Ely y Suarez William A., **Física,- 9° Grado - Escuela Básica**, 1ra. edición, Ediciones Eneva, 1987, Caracas-Venezuela.
• Camero D. Facundo y Crespo L. Arturo, **Física, 9° Grado-Escuela Básica**, Caracas-Venezuela.
• García G. Hipólito, **Física Básica, 9° Grado de Educación Básica**, 1ra. edición, Editorial Biosfera, Caracas-Venezuela.
• Requena O. José M., **Física, 9° Grado Educación Básica**, Editorial Romor.
• Rodríguez G. Jesús y Reyes Manuel, **Física, 9° Grado Tercera Etapa - Educación Básica**, Ediciones CO-BO, 1989, Caracas - Venezuela.
• Sánchez Enoc, **Física, 9°. grado**, Ediciones CO-BO, Serie Ohm, Caracas-Venezuela, 1988.

Séptimo Grado:
• Caballero P. Andrés y Ramos P. Froilán A., **Estudios de la Naturaleza (teoría y práctica). 7°. grado**, Editorial Logos, 2da. Edición.
• Cenicero Justo y Alvarez René. **Estudio de la Naturaleza. 7°. grado. Escuela Básica.**, Editorial Larense, C.A., 1987.
• Feliú Zomaira de, Tineo Amelia y González Reinaldo, **Estudio de la Naturaleza. 7°. grado.** Ediciones Co-Bo, 1989.
• Fernández Fernando, **Estudio de la Naturaleza. 7°. grado.** Ediciones Eneva y Editorial Logos, 1988.
• Guenni Vitali, Proverbio Fulgencio y Marín Reinaldo, **Estudio de la Naturaleza 7°. Educación básica.** Editorial Teduca y Santillana, 1989.
• Higuera de Ch. Mery, Sarabia José, Mora de S. Josefa, **Estudio de la Naturaleza, 9°. grado. Educación Básica.** Editorial Básica (Edibas).
• Hoyos Jesús F. y Camacaro Juan, **Estudio de la Naturaleza, 7°. grado de Educación Básica.** Editorial Biosfera.
• Ruiz Alvaro. **Estudio de la Naturaleza. 7°. grado.**, Editorial Triángulo, Caracas - Venezuela, 1988.

Los conceptos de Energía y Calor.

Para poder hacer el análisis de los textos fue necesario establecer una definición paradigmática de la energía y del calor. Los trabajos de R. Lehrman[9,10,11], M. Zemansky[12], Barrow[19] y G. Holton[14], Michinel et al[15] nos han permitido establecer estas definiciones, a partir de las características que le son propias, en los siguientes términos:

"Energía es una magnitud física que se presenta bajo diversas formas, está involucrada en todos los procesos de cambio de estado, se transforma y se transmite, depende del sistema de referencia y fijado éste se conserva"

"Calor es la transferencia de energía de un

cuerpo a otro determinada exclusivamente por una diferencia de temperatura entre ellos".

De acuerdo con esta definición, fundamentada en la primera ley de la termodinámica ($\delta E = Q + W$), el calor no es una forma de energía sino que, al igual que el trabajo, modifica la energía de un sistema mediante una transferencia de la misma. Así los términos: energía calórica, energía no almacenada, energía en tránsito son inadecuados.

Resultados y Discusión de Resultados

Textos de 9° Grado.

En este trabajo centramos la atención, fundamentalmente, en la unidad de calor de los distintos libros de texto de Física analizados. Es allí donde los autores despliegan su concepción de la energía; en el tratamiento de las otras unidades eluden hacer un uso extenso del término, a pesar que en ellas existen magnitudes (por ejemplo: intensidad en la unidad de sonido, y energía eléctrica, potencial eléctrico y potencia eléctrica en la unidad de electricidad y magnetismo) inseparables de la energía.

En la casi totalidad de los libros analizados no se define la energía a pesar de que el término es profusamente utilizado, ya que se hace referencia a vocablos tales como: energía, energía cinética, de movimiento, potencial, térmica, calórica, en tránsito, interna, eléctrica, química, mecánica, luminosa, sonora, estados energéticos, etc. El hecho que el término pueda ser definido en niveles anteriores no es una justificación suficientemente razonable, ya que otros términos igualmente definidos en esos niveles (Ejemplo: fuerza y calor) son conceptualizados en los textos de este nivel; además que los problemas que se tienen con el concepto de energía en los niveles previos, como se constatará cuando analicemos los libros de textos de Estudio de la Naturaleza para 7° grado de la Escuela Básica, son bastante graves y semejantes a los que señalamos aquí.

En la gran mayoría de los libros analizados se habla de procesos de transmisión, propagación o mecanismos de transmisión del calor para referirse a convección, conducción y radiación. Estos señalamientos son incorrectos por que el calor es un proceso y no una energía; más adecuado sería hablar de procesos de intercambio térmico o procesos para la variación de la temperatura.

El Programa de 9°

Este instrumento es en sí mismo una fuente de falsas concepciones como podemos verlo desde la presentación del mismo. Allí se señala: "Estas observaciones y sensaciones, que forman parte de nuestra vida cotidiana, pueden explicarse con la ayuda de la termodinámica, rama de la física que se encarga del estudio del calor y del trabajo físico, así como también de la transformación de uno en otro". Es evidente en esta presentación la ausencia de referencia a la energía, así como el uso del término trabajo físico cuando la $1^{r}a.$ ley de la termodinámica es válida para cualquier tipo de trabajo (químico, muscular, etc.).

En muchos párrafos aparece el término "intercambio o transferencia de calor", ésta es evidentemente una consideración del calor como una energía y no como un proceso .

En la pág. 242 se señala: "... y que concluya que a mayor temperatura un cuerpo poseerá, en general, una longitud mayor al dilatarse por efecto del calor suministrado". El uso del término "calor suministrado" es inadecuado porque conlleva que ese suministro de calor se almacenó en el cuerpo. El término calor suministrado debe sustituirse aquí por aumento de temperatura.

En la pág. 246 se asevera "... con el intercambio de calor entre un plato con sopa caliente y el aire que le rodea, pretende mostrar que el aire del ambiente se comporta como un gran reservorio, ya que el plato con sopa caliente eventualmente se enfría,

mientras que el aire mantiene su temperatura constante. Se debe soplar para enfriarla más rápidamente, pues con ello lo que se hace es quitarle más calor a la sopa, al suministrarle mayor energía cinética las moléculas de la superficie y crear una zona de mayor gradiente de temperatura respecto de su parte interior". Entonces uno se pregunta ¿Cómo es posible que el aire que está más frío pueda transferirle energía cinética a la sopa estando ésta más caliente?. El término "quitarle más calor" a la sopa es incorrecto porque supone que éste estaba acumulado en la sopa. La explicación del proceso de enfriamiento de la sopa es confusa desde el punto de vista conceptual y de la redacción. Lo que aquí ocurre es que al soplar se está efectuando un recambio más rápido del aire caliente por el aire frío que está cerca de la superficie de la sopa y por lo tanto se preserva el gradiente de temperatura entre el aire y ésta, logrando una transferencia de energía sopa-aire más eficiente.

Igual que en los textos, en la unidad de sonido no se hace ninguna referencia a la energía sonora ni a su naturaleza cuando se discute (páginas 253 y 254) los conceptos de intensidad, atenuación y eco. Igualmente en la unidad de Electricidad y magnetismo tampoco se hace ninguna consideración de la energía.

Breijo

En el capítulo 6 (pág. 77) los autores afirman: "Al nivel o grado de calentamiento que posee un cuerpo le asignamos un número que constituye la temperatura del mismo". En esa frase "grado de calentamiento" se puede interpretar como "grado de calor", por lo cual queda incorrectamente identificado con temperatura.

En la misma página puede leerse "Dos cuerpos pueden encontrarse a la misma temperatura y no tener iguales cantidades de calor". Afirmándose incorrectamente que el calor puede ser poseído o almacenado por los cuerpos.

Al señalar, "Podemos definir calor como la cantidad de energía que pasa de un cuerpo a otro por tener diferentes temperaturas" los autores están afirmando que el calor es una forma de energía. Ya hemos señalado que el calor es una forma de transferir energía. La siguiente analogía puede aclararnos aún más el problema: una mercancía (la energía) puede ser transportada de un sitio a otro por medio de un carro, un avión, etc.; es erróneo afirmar que los medios de transporte utilizados son la mercancía. Así mismo, ni el calor ni el trabajo son energía aunque tengan unidades de energía.

En la pág. 95 se hace referencia a la "propagación del calor". Este señalamiento expresa una ambigüedad conceptual.

En la pág. 108 se define "... intensidad de una onda como la cantidad de energía que se propaga con ella por unidad de tiempo y perpendicularmente a la unidad de superficie". Como no existe una definición previa de lo que es energía y sus diversas formas, la comprensión de lo que es una onda se verá afectada de manera negativa.

Brett

En el libro se conceptualiza muy adecuadamente el calor cuando se señala que es la transferencia de energía entre dos cuerpos de temperaturas distintas (pág. 250). Pero en ésta y las otras unidades que tratan los procesos térmicos se hacen uso, como en en los otros textos, de frases tales como: "Calor suministrado", "transferencia de calor", "desprende calor", "proporcionar calor", "calor cedido = calor absorbido", en las cuales subyace la idea de que los cuerpos poseen calor.

En la unidad de transferencia de energía térmica (págs. 286-290) se habla de "propagación del calor". Expresándose, allí, la idea que se tiene de calor como formas de energía. Decir propagación del calor es como decir propagación de la transferencia de energía (haciendo uso de definición de calor dada por el autor); es evidente lo in-

adecuado que es el uso de la frase señalada.

En la unidad de movimiento ondulatorio define onda como: "es una perturbación que sin ser en sí mismo algo material viaja de un sitio a otro transportando energía". No se hace ningún otro señalamiento, en ésta o las otras unidades acerca de la energía.

Camero

En el libro se señala (pág. 186): "Decimos entonces que el cuerpo que estaba a mayor temperatura ha cedido calor al que estaba a menor temperatura..." y luego se dice: "De acuerdo con esta teoría, cuando se comunica calor a un cuerpo, parte de este calor ..." y se escribe: "Por el contrario cuando un cuerpo cede calor, disminuye su energía interna". Con estas afirmaciones, que se repiten en otras partes del libro, se evidencia la creencia errónea de los autores de que los cuerpos poseen calor.

En la pág. 187 se define: "El calor es una forma de energía". El calor es evidentemente un proceso para el intercambio de energía, a partir de allí ni los autores, ni nadie, tienen evidencias para afirmar que es una forma de energía. Históricamente se ha confundido el burro con la carga que transporta.

Estas dos concepciones, expresadas en el libro, conducen a una definición incorrecta, en la unidad de equilibrio térmico, del calor específico y de la capacidad calórica de los cuerpos.

Se confunde calor con energía térmica cuando se escribe (pág. 211) "La propagación del calor o transferencia de energía térmica a través de ...". Igualmente, como lo hemos señalado, es inadecuado hacer uso de términos como "propagación o transmisión de calor".

En la unidad que trata las características del sonido (pág. 239) hace referencia a que "las ondas transportan energía" y se establece una relación entre intensidad del sonido y la energía transportada por la onda sonora, pero como el concepto de energía no ha sido conceptualizado a lo largo del libro el entendimiento de esta idea pudiera no ser asimilado por el estudiante. Lo mismo podemos decir de la unidad corriente eléctrica cuando se trata el concepto de potencia.

García

Desde el inicio de la unidad III (calor) se refleja la idea que el autor tiene del calor. Señala: "... porque tanto se puede morir de frío (ausencia de calor) o de un exceso de calor", "Cuando las partículas no vibran no hay calor y será el frío absoluto", "El término de "calor" tiene el significado de energía térmica en el proceso que se añade o se quita de una sustancia o en el proceso en que se transmite de una porción de sustancia a otra...", "... es una energía en tránsito. El tope de la confusión se alcanza cuando se señala en la pág. 92, "... la Energía potencial y cinética asociada al movimiento desordenado de los átomos...", "... Podemos observar que calor y Energía térmica guardan la misma relación entre sí como el trabajo y la Energía mecánica", "La temperatura es la manifestación sensible del calor de los cuerpos equivalente a la Energía cinética media de las moléculas mientras que la "cantidad de calor" es la suma de las energías cinéticas de las moléculas del cuerpo".

Evidentemente considera al calor como algo que poseen los cuerpos. Confunde calor con energía térmica y ésta con la energía interna. Opina que es posible que el calor se produzca independientemente de que el cuerpo esté o no a igual temperattura que el medio. Considera al calor como una energía.

Esta falsa concepción se extiende a los otros tres capítulos referidos a procesos térmicos. En particular, esta concepción errada del calor lo lleva a definir incorrectamente la capacidad calórica (pág. 102) y le conduce a afirmar que la conservación

de la energía en procesos de intercambio térmico es sólo posible en estados de equilibrio (pág. 104).

Mendiola

En la pág. 142 define calor como la agitación de las moléculas. Seguidamente habla de cambio de calor (pág. 142), fenómenos que desprenden o aportan calor (pág. 143 y 144) considerando el calor como algo que los cuerpos poseen, como una energía y no como un proceso para el intercambio de ella.

Igual que otros autores, con el fin de diferenciar calor y temperatura, hace uso de la analogía: calor es a cantidad de líquido como temperatura es a nivel del líquido, promoviendo la falsa idea de que los cuerpos poseen calor como el líquido posee masa.

El autor hace uso fundamentalmente del concepto de temperatura. Las pocas veces que utiliza el término calor es para señalar sus efectos. Sin embargo, en la pág. 152 se comulga con la idea de calor como forma de energía interna de los átomos y moléculas de una sustancia. Confunde calor y energía térmica (pág. 158).

Una breve alusión a la energía es hecha en la unidad de ondas (pág. 181) y unidad de electromagnetismo (pág. 210), en este último hace referencia a la energía eléctrica.

Requena

Las ideas acerca de la posesión de calor por los cuerpos es continuamente expresada. Frases como: "esto se debe a que el agua libera más calor que la vela (más adelante veremos que el hielo tiene que absorber más calor para fundirse" (pág. 97), es un indicio de lo que afirmamos. El ejemplo típico de la equivalencia volumen de líquido es a calor como nivel de líquido es a temperatura es utilizado, lo que conduce, erróneamente, a la idea de calor poseído por el cuerpo.

En la pág. 97 se señala "El calor es una manifestación de la energía cinética" reflejando una interpretación incorrecta de la teoría de cinética del calor.

Cuando se señala (pág. 97): "el calor es una manifestación de la Energía cinética de las moléculas de los cuerpos" y seguidamente se dice, en referencia a un ejemplo, "Las moléculas del alambre están vibrando con gran rapidez y por lo tanto tienen muchísima energía cinética, en consecuencia, el alambre tiene mayor temperatura que el bloque de hielo, cuyas moléculas vibran con una rapidez muy pequeña. Por otra parte, el bloque de hielo tiene, incomparablemente, mayor número de moléculas en movimiento y en consecuencia tiene mayor cantidad de calor", se pasa por alto que el llamado calor aparece sólo cuando hay diferencias de temperaturas entre el objeto y el medio, y que si existe equilibrio térmico, independientemente de la masa, no existe calor.

Se confunde calor con energía térmica y ésta con energía interna.

A lo largo de todo el capítulo proliferan frases como:

"Dos cuerpos pueden estar a la misma temperatura aunque las cantidades de calor que tiene cada una sea diferente".

"La temperatura de un cuerpo es la medida de la capacidad que éste tiene para ceder calor o absorberlo de otros cuerpos".
"Siempre que se pone en contacto varios cuerpos que están a diferentes temperaturas, se originan entre ellos corrientes de calor que van de..." .

En el tema de acústica se hace una muy breve alusión a la energía cuando se define onda.

En la pág. 192 se señala: "Los efectos producidos por la energía transmitida a través de los movimientos ondulatorios originan trabajo". Esta frase revela el concepto de energía que tiene el autor en el sentido de la energía como capacidad para realizar tra-

bajo. Lehrman[3] señala lo inadecuado de esta conceptualización.

Rodríguez

Cuando señalan: "Los cambios de temperatura de los objetos se deben a que éstos han absorbido energía de un agente externo o que la han emitido al medio que lo rodea. Esta energía que es absorbida o emitida se denomina calor" (pág. 99), los autores admiten de una u otra manera la posesión (o la posible posesión) de un calor, que puede ser emitido o absorbido. Así mismo ellos establecen que los cambios de temperatura que experimente un cuerpo son sólo posibles por absorción o emisión de ese calor. La termodinámica nos habla de otra posibilidad.

De manera reiterada se omite la condición necesaria de una diferencia de temperatura entre el objeto y el medio para aparición del calor; es sólo hasta el momento que trata el equilibrio térmico (pág. 109) cuando los autores hacen referencia a que no es posible un intercambio de Energía térmica entre dos objetos cuando tienen igual temperatura.

En la pág. 95 definen el concepto de temperatura utilizando el término "grado de movimiento", eludiendo el uso del concepto de energía cinética que es el más adecuado.

En la pág. 105 establecen incorrectamente una igualdad entre energía térmica y calor (ó cantidad de calor) lo que reafirma la idea de que los cuerpos poseen calor.

En la pág. 164 se hace referencia a la posibilidad de transferencia de la energía eléctrica en calórica, química, magnética, luminosa, formas de energía que no son desarrolladas, como lo dijimos antes, a lo largo del texto.

Sánchez

En la pág. 94 se dice que el calor es algo que el cuerpo puede poseer, se señala"... al calentar agua en un recipiente, se le entrega cierta cantidad de calor y la temperatura sube, tal como sube el nivel de agua y la cantidad de agua...". Reiteradamente reafirma la idea señalada y en la pág. 97 señala: "El calor pasa de un cuerpo a otro, si los cuerpos están a diferentes temperaturas", se pudiera entonces inferir que si las temperaturas de los cuerpos fueran iguales el calor se quedará en cada uno de los cuerpos y ellos poseerán calor. En esta misma página se interroga: "¿existe alguna manera de medir el calor?"

En las págs. 98 y 99 señala: "...calor es movimiento, los átomos o moléculas de una sustancia se mueven más rápido cuando mayor es su temperatura pero si la velocidad de los átomos y moléculas aumenta al aumentar la temperatura, aumenta en ellos su energía cinética (energía de movimiento), por lo tanto un aporte de calor produce un aumento de la energía cinética de átomos y moléculas: el calor es movimiento, el calor se profaga". ¿Es el calor, entonces, energía?, y si la temperatura mide la velocidad de movimiento de átomos y moléculas ¿es el calor una función de la temperatura? y si el cuerpo tiene temperatura ¿posee, también, calor?.

En la unidad de sonido (pág. 112) define onda como una perturbación que se propaga transportando energía. Así mismo señala (en la pág. 150) dos características medulares de la energía: su diversidad de formas y su transformación.

Textos de 7°. Grado.

Centramos la atención, fundamentalmente, en los Capítulos 5 (Transformación de la Energía), que corresponde al objetivo 5 del Programa de 7°. ("Reconocer que la energía eléctrica se puede transformar en energía térmica") y Capítulo 6, que corresponde al objetivo 6 del Programa de 7°. ("Comparar cambios ocurridos en los materiales por la acción de la energía térmica") de los distintos libros de texto de Estudios de la Naturaleza analizados.

Es conveniente hacer, previamente al análi-

sis de los textos de 7°. grado, una discusión relativa a la transformación de la energía en las resistencias eléctricas. La disipación de energía por unidad de tiempo en un circuito es

$$P = \delta E / \delta t,$$

donde δE es la cantidad de energía disipada en el tiempo δt. En un circuito eléctrico al cual se le aplica un voltaje V y por el que circula una corriente I la potencia disipada será

$$P = VI$$

Ahora bien, en un sistema de resistencia R, que funciona a voltaje V constante (no dependiente de R) tendremos que

$$\delta E = (V^2/R)\delta t$$

Esta energía disipada produce un aumento de temperatura, δT, que se relaciona con el material conductor del circuito del siguiente modo:

$$\delta E = M\,Ce\,\delta T,$$

donde M y Ce son la masa y el calor específico del material conductor. Así que:

$$\delta T = V^2 \delta t / RMCe$$

de modo que un conductor, por ejemplo una hornilla eléctrica, sufrirá un mayor aumento de temperatura (se calentará más), a voltaje constante, a medida que su resistencia disminuye y su capacidad calórica sea menor.

En el caso del fusible (la corriente que pasa por él no depende de su resistencia, es como si el sistema fuese una fuente de corriente para el fusible, de modo que $P = I^2 R_{(fusible)}$ sus características dependen de si el circuito funciona a voltajes bajos o altos. En el primer caso, deben tener resistencia suficientemente alta (para permitir alta disipación en él) sin llegar a alterar significativamente la resistencia total del circuito, y punto de fusión muy bajo, para su rápida fusión al elevarse la temperatura debido al aumento anormal de la corriente en el circuito. En el segundo caso, la resistencia debe ser suficientemente pequeña de modo que en situación de funcionamiento normal la disipación en el fusible sea algo menor que en el resto del circuito para que así , éste no se funda a cada momento, por supuesto el punto de fusión debe ser más alto que en el primer caso.

Caballero

Señalan los autores:

1) En la pág. 68: "En la actualidad no se sabe lo que es la energía, pero sí conocemos lo que se puede hacer con ella: realizar trabajo. Esto ha permitido definir energía "como la capacidad de realizar trabajo".

2) "La energía adquiere cada vez más importancia. Prácticamente se acepta que lo único que existe en el universo es energía, todo es energía y a través de ella todo se forma".

3) "Las partículas que forman los conductores ofrecen resistencia al paso de la corriente eléctrica, produciendo la transformación de la energía eléctrica en energía térmica".

4) En la pág. 69: "Calentador y regadera eléctrica: posee un conductor que ofrece gran resistencia eléctrica al paso de la corriente eléctrica, generando energía térmica..."

5) En la pág. 75: "Calor forma de energía", "Transferencia de calor: "traslado" de calor desde un material..." y "La energía térmica o calor como también se le llama...".

Al igual que en otros textos se observa la resistencia a dar una definición de la energía, es muy frecuente el señalamiento de "no se sabe lo que es" para eludir el problema del concepto; y cuando se avanza en una conceptualización se toma mano de la ya conocida muletilla de "la capacidad de realizar trabajo" porque con la energía se "realiza trabajo"; es como si porque con el estómago se digieren los alimentos se pu-

diera afirmar que los alimentos son la digestión estomacal. Las afirmaciones de los autores llevan a la conclusión de que mientras mayor es la resistencia mayor es la disipación de energía térmica en dispositivos tales como hornillas y calentadores, posición que es evidentemente falsa. Quizás esté aquí el origen de la existencia de falsas concepciones que algunos autores[16] han diagnosticado en circuitos eléctricos, entre las cuales podemos mencionar aquéllas que confunden corriente con energía. Establecen el calor como forma de energía que es poseída por los cuerpos y confunden energía térmica con calor.

Cenicero

Los autores señalan:

1) En la pág. 45: "Las dos palabras: **trabajo y energía** están íntimamente relacionadas porque la Energía de un cuerpo se define como la capacidad para hacer trabajo".

2) "La relación entre trabajo y energía es semejante a la relación entre dinero y cuenta de ahorro. Ud. puede acrecentar su cuenta de ahorro depositando dinero. De igual modo se puede aumentar la energía de un cuerpo haciendo trabajo sobre él. El cambio de energía es igual al trabajo hecho y se puede medir en unidades de trabajo."

3) En la pág. 48: "La energía potencial y cinética se transforma con facilidad una en otra y ocurre siempre que cuando la energía potencial disminuye, la cinética aumenta y recíprocamente, de tal modo que la suma de las dos se mantiene constante. Este es el principio de la conservación de la energía...".

4) En la pág. 49: "La energía eléctrica es una fuerza debida al traslado de...".

5) "Cuando una corriente eléctrica pasa a través de un conductor produce calor, dependiendo la cantidad de calor producido de varios factores:
1. A mayor cantidad de corriente más cantidad de calor se produce.
2. Cuanto mayor es la intensidad de la corriente, la cantidad de calor es mayor".

6) En la pág. 52: "Algunos materiales tienen una resistencia muy pequeña, como el plomo y se emplean como fusibles"."

7) En la pág. 53: Sabemos que el calor es una forma de energía..".

8) "La temperatura es una cualidad del calor que se puede considerar como el nivel que el calor alcanza en los cuerpos, comparable al nivel de agua en un depósito"..."El nivel térmico (la temperatura) es mucho más elevada en el fósforo encendido, pero la cantidad de calor almacenada en el tanque de agua a 25 ^0C es mucho mayor."

9) En la pág. 54: "El calor o cantidad de energía térmica se mide por medio de un aparato llamado calorímetro".

10) "Sabemos que el calor se propaga...".
11) En la pág. 55: "El calor del sol..."..."La energía calórica solar..."..."La fuente principal de calor...".

12) "Para que la electricidad pueda ser utilizada como energía calórica, la debemos transformar en calor por medio de una resistencia.".

Los autores definen energía como capacidad para realizar trabajo, a pesar de que con el ejemplo del ahorro y el dinero deberían pensar que el primero es un proceso para aumentar el segundo al igual que el trabajo lo es también (un proceso) para variar la energía. El principio de conservación es ejemplificado de una manera estrechamente mecanicista. Confunden energía con fuerza. Consideran al calor como una energía. Parecieran confundir corriente y energía. Se evidencia una idea errada de la aplicación de la Ley de Joule en el caso de funcionamiento de fusibles. Se evidencia la idea de calor poseído por los cuerpos y que su magnitud puede ser medida.

de Feliú

1) En la pág. 76: "..un automóvil que rueda a cierta velocidad tiene una energía

debido a su movimiento y la cual se llama energía cinética. Esta se transforma en energía calórica cuando el automóvil frena, debido al roce con el suelo."

2) En la pág. 77: "Cuando una corriente eléctrica atraviesa un conductor se genera energía calorífica y, por lo tanto, un aumento de temperatura. Esta elevación de la temperatura es pequeña si hay poca intensidad de corriente o el diámetro del conductor es lo suficientemente grande. Si la intensidad de corriente es elevada y el diámetro del conductor es muy pequeño se produce una considerable cantidad de calor que..."

3) En la pág. 78: "La cantidad de calor producida en un conductor debido al paso de una corriente eléctrica aumenta si aumenta la longitud del conductor, la intensidad de corriente y disminuye el diámetro del mismo"... "Por esta razón, las cocinas eléctricas están construídas con un alambre muy delgado y muy largo enrollado en espiral,..."

4) "Los malos conductores "resisten" el paso de la corriente eléctrica. Estos conductores se fabrican en gran escala para la elaboración de tostadoras y otros artefactos eléctricos".

5) "La producción de calor en un conductor se explica porque al moverse los electrones libres en su interior, se consume energía eléctrica para vencer las fuerzas de rozamiento y dicha energía perdida se transforma en cantidad equivalente de calor,..."

6) En la pág. 81: "En el caso de los cables "pelados", el cortocircuito se produce porque la corriente eléctrica sigue el camino de mínima resistencia, es decir, no pasa por el aparato eléctrico. Debido a que la resistencia de los hilos es muy pequeña, circula una gran intensidad de corriente, se produce una gran cantidad de calor y los dos conductores del cable se ponen al arojo vivo originándose, posiblemente, un incendio o la destrucción de las instalaciones eléctricas".

7) En la pág. 86: "La suma de las energías cinética y potencial de las moléculas de un cuerpo da su calor, por lo tanto, la cantidad de calor depende de la velocidad de las moléculas, de sus masas y del número de ellas, o sea, de la masa total del cuerpo".

Observamos que los autores consideran al calor como una forma de energía cuando señalan en 1) y 2) el término energía calórica. 2), 3) y 4) muestran la idea falsa que se maneja en cuanto a la disipación de energía térmica en circuitos que funcionan a voltajes que no dependen de la resistencia. La explicación microscópica de la generación del "calor" en conductores, que se hace en 5), no puede ser más descabellada cuando se hace alusión al roce la cual es una variable macroscópica. En 7) se observa la concepción de calor poseído por un cuerpo.

Fernández

1) En la pág 34: "La electricidad es una forma de energía.." . "...es un flujo de electrones a través de un alambre..."

2) En la pág. 35: "... Este efecto "irreversible" se llama calentamiento por efecto Joule. El mismo está referido a la transformación de la energía eléctrica en energía calorífica en una resistencia."

3) "... En general, todo conductor puede generar calor con el paso de una corriente eléctrica a su través. Esta cantidad de calor será pequeña si hay poca intensidad de la corriente, o si el conductor es lo suficientemente grueso..."

4) En la pág. 36: "Los malos conductores como los de ferro-níquel son ideales como resistencias, ya que dificultan el paso de los electrones, produciendo calor."

5) En la pág. 37): "Todos los electrones tienen una energía total llamada "energía interna". Cuando "algo" de esa energía interna se transmite se le llama calor. El calor es la energía en tránsito, ya que se in-

corpora a la energía interna del otro cuerpo que la ha recibido."

6) "La energía no recibe el nombre de calor antes de empezar a transmitirse ni después de que lo haya hecho."

Se evidencia que el autor confunde los términos electricidad y energía, lo que lo conduce a asimilar corriente y energía. Considera el calor como una forma de energía y no como el proceso de transmitir un determinado tipo de energía. Se pone de manifiesto la falsa idea de que conductores con resistencia alta, per se, generan mayor disipación de energía térmica.

Guenni

Los autores señalan:
1) En la pág. 26): "El calor y la luz son formas de energía. Podemos definir la energía como la capacidad que tienen los cuerpos para realizar un trabajo. La energía se presenta en la naturaleza bajo diferentes formas: energía mecánica, la que tiene un carro en movimiento; energía calórica, capaz de cambiar la temperatura de un cuerpo; energía lumínica, que procede de las fuertes de luz"..."

2) En la pág. 27): "La transformación de la energía eléctrica en energía térmica se produce por el paso de electricidad por un conductor. Si hacemos pasar una corriente eléctrica a través de un conductor durante un tiempo, éste sufrirá un calentamiento. Este calentamiento será tanto menor cuanto más grueso sea el conductor, pues de esta forma su resistencia disminuirá y la corriente circulará con mayor facilidad."

3) En la pág. 29): "Un fusible es un conductor de electricidad que se coloca en un circuito, tiene mayor resistencia que la del alambre conductor y es más fácilmente fundible que el resto del circuito eléctrico".. "Si se produce un aumento excesivo de la cantidad de corriente eléctrica que circula por el circuito, se producirá un recalentamiento del conductor, en especial del fusible, ya que éste tiene mayor resistencia".

4) en la pág. 30 y 31): "Al caminar bajo un sol radiante, habrás sentido calor. El sol es una fuente natural de calor. Un bombillo encendido, una fogata, etc., son también fuentes de calor". "El calor es una forma de energía que se transmite de un cuerpo a otro...". "El calor es considerado como una energía en tránsito". "En toda reacción química, es decir, en toda reacción donde unas sustancias se transforman en otras diferentes, se produce también una liberación o una absorción de energía. Generalmente esta energía aparece en forma de calor..."

Puede observarse la concepción que tienen los autores de la energía como la capacidad para realizar trabajo. Asímismo se reitera la idea de calor como forma de energía. Manifiestan la idea de calor como forma de energía y de calor poseído por los cuerpos. Evidentemente hay una concepción errada de las bases sobre la cual operan dispositivos tales como los fusibles y pareciera confundirse corriente eléctrica con energía eléctrica.

Higuera

Los autores señalan:
1) En la pág. 49): "Una vez conectados ambos extremos del alambre delgado a los cables que salen de las baterías, esperamos unos minutos. Tocamos el alambre, y notaremos que éste se calienta. Si en lugar de conectar dos pilas en serie, conectamos las cuatro, observamos que el alambre se calienta más todavía. Si utilizamos alambres cada vez más delgados es más notable el aumento de temperatura..". ".. a medida que los cables son más delgados también es mayor el calentamiento."

2) "... observarás que si el alambre es suficientemente delgado, éste puede calentarse hasta fundirse. Este hecho es el que utilizamos para construir los denominados fusibles, los cuales al circular una corriente eléctrica más alta de normal se funden..."

3) En la pág. 52): "En realidad, tempera-

tura y calor son dos conceptos íntimamente ligados; pero diferentes. Para explicar esta diferencia, utilizaremos una similitud; y es la de nivel de agua (equivaldría a temperatura) y la cantidad de agua en el recipiente (calor o cantidad de calor)..."

4) En la pág. 54): "Una caloría es la cantidad de calor (energía térmica) que es necesario suministrar a 1 gr. de agua (líquida) para que ésta aumente su temperatura 1°C."

Se evidencia la idea de que una mayor resistencia de los conductores siempre conduce a una disipación mayor. Se expresa la falsa idea de que el funcionamiento de los fusibles radica solo en su resistencia y que ésta siempre tiene que ser grande. Se usa el símil "nivel es temperatura como cantidad es a calor" en el cual subyace la idea de calor poseído por el cuerpo. Se confunde calor y energía térmica y se piensa que caloría es una medida exclusiva del "calor."

Hoyos

Los autores señalan:
1) En la pág. 48: "Porque energía es la capacidad para realizar un trabajo o una acción."

2) En la pág. 49:"Son muchas las formas en que se nos presentan la energía: potencial, cinética, radiante, calórica,..."

3) "... Si no rebota como una pelota de goma, su energía cinética se convertirá en energía calorífica del suelo y del propio cuerpo."

4) En la pág. 51:"La energía cinética de las moléculas se las conoce como calor." "El sol es la fuente más importante de calor..." "El calor se transmite de un lugar a otro..." "Los científicos reservan el nombre de "calor" para la energía en tránsito de un cuerpo a otro y a la energía cinética de las moléculas la denominan energía interna."

5) "...Joule descubrió la posibilidad de transformar la electricidad en calor ...". "Resultaba así que la electricidad era una forma de energía que se podía transformar fácilmente..."

6) En la pág. 58: "La física moderna considera al calor como una forma de energía resultante de las vibraciones moleculares de los cuerpos. El aumento de la amplitud de las vibraciones acrecenta la intensidad de calor..."

7) En la pág. 59: "Un cuerpo aumenta generalmente su temperatura cuando recibe calor. Aunque no siempre sucede tal cosa,..".

8) En la pág. 60: "La energía calórica puede propagarse ..."

9) En la pág. 61: "La principal fuente de energía calorífica es el sol" "...La cantidad de calor de un cuerpo se mide en calorías..."

Para los autores la energía es la capacidad para realizar trabajo. Consideran al calor como una forma de energía. Confunden calor con energía térmica y a ésta con energía interna. Se presenta la idea de calor poseído por los cuerpos. Confunden electricidad con energía. Consideran que la caloría es una unidad de energía exclusiva para medir la cantidad de "calor".

Mazparrote

los autores señalan
1) En la pág. 39: "La energía es la capacidad que tiene un cuerpo de realizar un trabajo."

2) En la pág. 40: "La electricidad es una forma de energía por cuanto puede realizar trabajo y transformarse en otras formas de energía."

3) En la pág. 41: "Algo similar ocurre en los automóviles donde la combustión de la gasolina produce energía térmica o calórica. El calor de la explosión de los gases hace funcionar el motor."

4) En la pág. 51: "La resistencia que ofrecen los conductores al paso de la corriente eléctrica transforma la energía eléctrica en calor, que es otra forma de energía."

5) En la pág. 42: "... la cantidad de calor

producida por un conductor varía en razón directa a la resistencia que oponga al paso de la corriente."

6) "Si en un circuito eléctrico colocamos un trozo de conductor más fino que en el resto del circuito, dicho alambre se calentará porque ofrece mayor resistencia al paso de los electrones..."

7) "Alrededor o dentro del calentador lleno de agua se introducen resistencias eléctricas recubiertas de aislantes que ofrecen gran resistencia al paso de la corriente y al calentarse transmiten su calor al agua almacenada."

8) En la pág. 45: "El calor es una forma de energía."

9) "... el calor puede realizar un trabajo al pasar de un material a otro..."

10) "En toda reacción química existe pérdida o absorción de calor."

11) En la pág. 46: "El calor se transmite por..."

Los autores definen la energía como la capacidad para realizar un trabajo. Señalan que la electricidad y el calor son formas de energía. Tienen la falsa idea de que a mayor resistencia de un material mayor es la energía disipada. Tienen la idea de que los cuerpos poseen calor.

Ruiz

El autor señala:
1) en la pág. 48: "En grados anteriores ya estudiamos la energía y sabemos que es todo lo que sea capaz de realizar trabajo y que se transforma fácilmente en otra forma de energía."

2) En la pág. 49: "La energía eléctrica es la energía de los electrones que circulan por un conductor..." "... Si hacemos pasar la corriente eléctrica por un conductor se produce de éste un desprendimiento de calor." "En el efecto Joule la energía térmica proviene directamente de la energía eléctrica como consecuencia de la intensidad de corriente y del roce de los electrones con los átomos del conductor."

3) En la pág. 51: "El fusible es un trozo de hilo de mayor resistencia eléctrica que el resto del circuito."

4) "Si por cualquier causa aumenta excesivamente la intensidad de la corriente, el fusible se calienta, por su mayor resistencia, más que el resto de la línea y se funde,..."

5) En la pág. 58: "El calor, ya lo sabemos, es una forma de energía que se define como la energía comunicada a un cuerpo para que éste aumente su temperatura o cambie de estado. El calor de un cuerpo es la suma de la energía cinética de todas sus moléculas. Por lo tanto, cuanto más moléculas tenga más calor habrá."

6) En la pág. 59: "La temperatura es el nivel de energía calórica que tiene una materia."

7) "Tiene más energía calórica un bloque de hielo de una tonelada que un trozo de acero incandescente de un gramo de masa. Ambas masas están a distintas temperaturas: una a $0°C$ y la otra a $2500°C$, porque las partículas que forman ambos cuerpos en ese momento tienen distinta energía cinética (distinto nivel de energía calórica); las del hielo poca, la de acero mucha. Sin embargo, acumulan distintas cantidades de energía calórica porque tienen distintas masas."

8) En la pág. 66: "¿Quién tiene más calor: 1 g de acero a 1000 $°C$ o un bloque de hielo de 1000 Kg?.

9) "Establece una secuencia decreciente en cuanto a la cantidad de calor de los siguientes materiales: ..."

Para el autor la energía es "todo lo que sea capaz de realizar trabajo." Confunde electricidad con energía. Considera al calor como una forma de energía que posee un cuerpo. En el modelo micro para explicar el Efecto Joule hace uso del concepto de roce que es una variable macroscópica.

Falsamente considera que la resistencia de los fusibles son mayores que la del resto del circuito. Al igual que otros autores tiene una concepción falsa sobre el funcionamiento de los fusibles. Confunde calor con energía térmica.

Conclusiones

1. Ni el programa, ni los textos de 9° grado estudiados dan una conceptualización del término energía, lo que conlleva a que en la discusión de las magnitudes involucradas en los fenómenos térmicos (energía, calor, trabajo, temperatura, capacidad calórica) y en los otros fenómenos considerados en el curso (onda, electricidad) se efectúe sin ninguna base conceptual, lo cual dificulta el aprendizaje significativo.

2. En los textos de 7° se conceptualiza energía como la capacidad para realizar trabajo.

3. En las publicaciones analizadas sostienen que el calor es una forma de energía y no una forma de transferirla.

4. En varios textos se confunde calor con energía térmica y ésta con la energía interna.

5. En varios textos se confunde calor y temperatura.

6. Los textos que expresan una falsa concepción de la energía también presentan ideas falsas de conceptos y leyes que se relacionan con la energía (por ej.: Calor, Ley de Joule).

7. La cantidad de falsas concepciones encontradas obliga a realizar una revisión tanto del programa como de los libros de texto analizados.

Referencias Bibliográficas

- SEBASTIA J. M. *Algunos patrones de interpretación espontánea frente a situaciones de dinámica clásica*, mimeografiado, USB, Caracas, Venezuela, 1987.
- MOREIRA M. A. *"Energy, entropy and irreversibility"*, mimeografiado, Rio Grande del Sur-Brasil, 1982.
- ERICKSON G. L. *"Children's conceptions of heat and temperature"*, Science Educ., 63, 2 (1979), 221-230.
- SEBASTIA J. M., *"Bases conceptuales y metodológicas para la evaluación de los libros de texto en el área de las ciencias naturales"*, Tesis de Grado de Msc, UCV, 1982.
- QÜENZA S. E., *"La evaluación de los materiales educativos impresos"*, Ediciones El Macaro, Maracay, Venezuela, 1986.
- AUSUBEL D., NOVAK J., HANESIAN H., *"Psicología Educacional"*, Editorial Interamericana, Rio de Janeiro, Brasil, 1980.
- ANDER-EGG E., *"Técnicas de investigación social"*, 14° edición, El Cid Editor, Buenos Aires, Argentina, 1980.
- BERELSON B., *"Content analysis in communication research"*, Free Press, N.Y. - U.S.A., 1952.
- LERHMAN R. L., *"Energy is not the ability to do Work"*, The Physics Teacher, 11, 15 (1973), (15 - 18).
- LERHMAN R. L., *"Physics texts: An evaluative review"*, The Physics Teacher, 20, (1982), (508 - 518).
- LEHRMAN R. L., *"Confused physics: A tutorial critique"*, The Physics Teacher, 20, (1982), (519 - 523).
- ZEMANSKY M. W., *"The use and misuse of the word "heat" in physics teaching"*, The Physics Teacher, sept (1970), (295 - 300).
- BARROW G. M., *"Thermodynamics should be built on energy - not on heat and work"*, J. Chem. Educ., 65, 2 (1988), (122 - 125).
- HOLTON G., *"Introducción a los conceptos y teorías en las ciencias físicas"*, Editorial Reverte, 1986.

- MICHINEL J. L., MARTINEZ A., ORTEGA H., *"Energía y sistemas: Conceptos relevantes para aprender Física dirigido a estudiantes de Medicina"*, enviado a la Revista de Ensino de Física, Brasil, 1991.
- ANDRES M. M., *Comprensión de los estudiantes acerca de los circuitos eléctricos y el cambio conceptual*, 1988 - Julio, Seminario permanente sobre investigación en Educación en Física, Caracas, Venezuela.

REVISTA DE EDUCACION MATEMATICA

Anualmente la Unión Matemática Argentina y la Facultad de Matemática, Astronomía y Física, editan una revista destinada a docentes de enseñanza media y estudiantes de profesorado. La misma consta anualmente de un volumen separado en tres números. Para el año 1994 editaremos el volumen 9, esperando tener el primer número para el mes de abril e irlo completando durante el resto del año. Disponemos también de algunos números atrasados. Quienes deseen información pueden hacerlo a:

REVISTA DE EDUCACION MATEMATICA
FA.M.A.F.
CIUDAD UNIVERSITARIA
5000 CÓRDOBA, ARGENTINA

CONTENIDOS

Revista de Enseñanza de la Física

Volumen 6 — Número 2 Noviembre 1993

Cartas de lectores 1

Editorial 6

Temas de Física

Acerca del Fotón
DAMIÁN CANALS - FRAU 8

Enseñanza

Como Enseñamos y Como Aprenden los Estudiantes, ¿Un Desajuste? — Segunda Parte
LILLIAN C. MCDERMOTT 19

Educación

El problema de Comunicación conocimiento = Acción en las Metáforas o modelos de profesionalidad docente —Primera Parte
CARMEN P. de ARANEGA 29

Didáctica

Concepciones no formales de la Energía en textos de Física para la Escuela básica
J. L. MICHINEL - MACHADO y A. J. D'ALESSANDRO - MARTÍNEZ 37

Historia

Einstein y Heisenberg
LEONOR C. de CUDMANI 54

Copérnico, Galileo y la Iglesia: discursos del Cardenal Poupard y de Juan Pablo II 56

Biografías

Nuestro Hombre en la Galaxia - Enrique Gaviola 1900 - 1989
VERÓNICA GRÜNFELD 65

Perspectivas

Sobre Métodos para fabricar diamantes a partir de hollín
JAVIER LUZURIAGA 70

La Física en América Latina
JUAN JOSÉ GIAMBIACI 74

Informaciones 81

Noticias 82